

Anejo nº 23: Sistema de automatización y control.

ÍNDICE.

1	OBJETO	3
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	3
3	NORMATIVA	5
4	COMPONENTES	7
4.1	UNIDADES REMOTAS.....	7
4.2	CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES	9
4.3	SOFTWARE (CENTRO DE CONTROL)	12
4.4	SENSOR DE HUMEDAD	16
4.5	PLC (red de alta).....	17
5	ESTUDIO DE COBERTURA	18
	APÉNDICE 1. SONDAS DE HUMEDAD	23

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

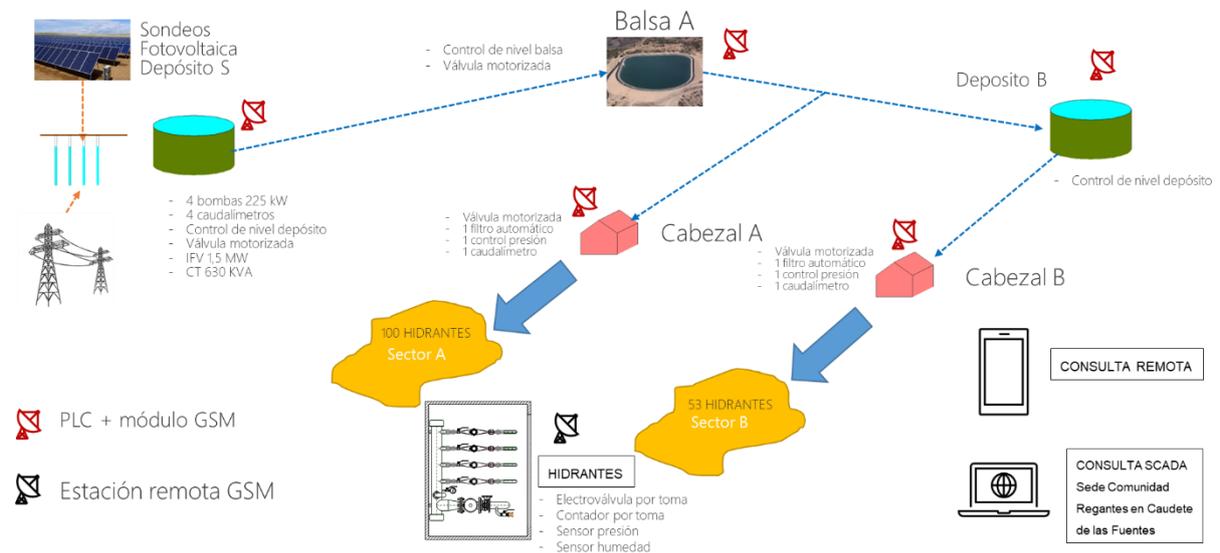
1 OBJETO

En el presente anejo se define el sistema de comunicaciones proyectado para todo el sistema de riego, incluyendo la automatización y control de los cabezales de riego y el sistema de automatización y control previsto en las redes de distribución.

Asimismo, se indicará como la posibilidad de gestión de la red con la automatización y telecontrol con SCADA específico.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Dada la extensión de la red se ha optado por una sistema de comunicaciones inalámbrico y dado que se ha comprobado la cobertura móvil en la ubicación de todos los elementos de la red de riego, la arquitectura de funcionamiento seleccionada será M2M (Machine-to-Machine) en base a comunicaciones GSM (GPRS/4G) a través de estaciones remotas GSM en los hidrantes y PLC con módulo de comunicaciones 4G en los elementos especiales como depósitos, balsas, bombeos, instalaciones fotovoltaicas y cabezales, que permite el control de equipos electromecánicos, actuadores y bombas, así como el control la disponibilidad de datos de sensores.



Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

Los componentes del sistema son:

- UNIDADES REMOTAS GSM en HIDRANTES (153)

La función de las unidades remotas es responder a las peticiones de riego que realiza el centro de control (PC) mediante programación previa, abriendo y cerrando electroválvulas. También recopila y envía información en tiempo real sobre el caudal, el nivel de humedad y otros datos de interés (según sensores instalados).

- PLC Y MÓDULO DE COMUNICACIONES GSM EN ELEMENTOS ESPECIALES (5)

Los equipos para los controles de cabezales (A y B) y elemento similar (depósito S, balsa A y depósito B) se componen de una unidad de control, que puede ampliarse con diversas unidades de ampliación de entradas y salidas en función de las necesidades del emplazamiento. Con los autómatas de control se permite:

Control de cabezales. Control de filtros, válvulas y sensores:

Control de bombas

Control de llenado depósitos y balsas

Control de válvulas motorizadas

Monitorización y gestión de instalaciones fotovoltaicas.

Dispondrán de control y programación de funcionamiento local, así como panel de operador, para la visualización y control de los elementos del autómata. Pantalla gráfica y táctil, sin elementos de operación mecánicos.

Llevarán baterías de apoyo y emergencia, pero en dichas instalaciones se reforzarán con las pequeñas instalaciones fotovoltaicas que alimentan los equipos electromecánicos y sensores instalados.

- CENTRO DE CONTROL Y APLICACIÓN DE GESTIÓN DE RIEGO

El software es la herramienta del operario para manejar el sistema. Consiste en una plataforma que puede instalarse tanto en un servidor en la nube como en un servidor local.

En general, el software permite:

- Control de bombas.

- Monitorización de niveles de balsas y depósitos.

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

- Proporciona información en tiempo real acerca del proceso de riego en cada hidrante.
- Definir sectores, programar el riego, simplifica la facturación.

Se dispondrá de un PC en el centro de control de la sede de la comunidad de regantes desde el que poder operar y gestionar la red de riego.

En su versión para smartphone (Gestión Riego), proporciona una interfaz cómoda e intuitiva para la interacción por parte del usuario con las funcionalidades más usadas de la plataforma.

El acceso se realiza mediante identificador de usuario y clave, proporcionando visión de todos los equipos y funcionalidades para los equipos que el usuario tiene permisos.

3 NORMATIVA

Para la implantación del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- UNE-EN 15099-1:2007 ERRATUM:2008 Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 1: Consideraciones generales.
- UNE 318002-3 Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad.

Interoperabilidad

La implementación de la interfaz interoperable para los sistemas de telecontrol se encuentra especificada en el proyecto de la norma UNE 318002-3 «Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad» que está siendo elaborada por el grupo de trabajo GT3-Telecontrol del comité técnico de normalización CTN 318-Riegos de la Asociación Española de Normalización (UNE). Esta implementación estará ajustada a las especificaciones del proyecto de la norma UNE 318002-3 contenidas en su Anexo B «Interfaz de subsistemas con SOAP 1.2», si se realiza con protocolo SOAP 1.2, o a las contenidas en su Anexo G «Interfaz de subsistemas con REST», si se realiza con protocolo REST.

Este estándar establece las directrices para la interoperabilidad entre los sistemas desarrollados para la gestión y/o control de las instalaciones de riego. La norma puede ser aplicada bajo cualquier plataforma tecnológica y en cualquier tipo de sistema de riego, independientemente del esquema de gestión del agua (público o privado, individual o colectivo).

Este estándar no define los requisitos de hardware o software para ninguno de los sistemas a los que se aplica. Solo se refiere a interfaces de acceso, sin restricciones sobre las implementaciones

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

subyacentes. El estándar ha sido diseñado para evitar interferencias con soluciones propietarias sujetas a propiedad intelectual. Para garantizar la interoperabilidad basada en estas premisas, el estándar define tres interfaces de comunicación (Interfaz de Gestión, Interfaz de Eventos e Interfaz con Subsistemas) y la arquitectura sobre la que aplican estas interfaces. Se requieren tres niveles de arquitectura para acomodar las interfaces:

- El nivel de gestión, donde se ubicará cualquier MIS que cumpla con la norma. De todos los métodos disponibles, cada MIS solo implementará aquellos que sean necesarios para ejecutar sus funcionalidades.
- El nivel de control superior: Coordinación. Este elemento de software (el bróker de coordinación) actúa como enlace entre las aplicaciones MIS y los subsistemas de control. Todos los métodos deben estar a disposición del Bróker de Coordinación para garantizar la correcta ejecución de sus tareas.
- El nivel de control inferior: RMCS. Estos también pueden denominarse subsistemas de riego. Son soluciones comerciales completas (hardware y software) diseñadas para controlar ciertas entidades de riego. Cada subsistema debe implementar los métodos necesarios para realizar las tareas de la entidad o entidades de riego que controla.

La interacción entre el lenguaje establecido y los cambios propuestos por el estándar para la arquitectura, proporciona interoperabilidad entre aplicaciones de gestión (MIS por sus siglas en inglés) y los sistemas de monitorización y control (RMCS), garantizando su independencia y el intercambio de información estandarizada.

Aplicación de control SCADA

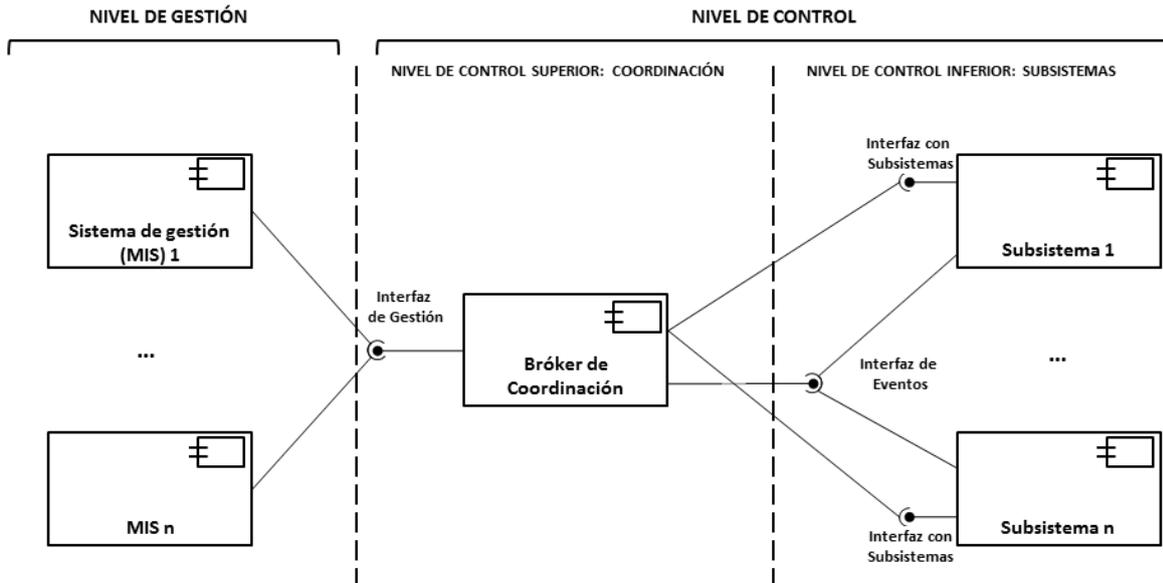
Tanto la aplicación de control SCADA como la aplicación de gestión estarán implementadas para cumplir la norma de interoperabilidad UNE 318002-3 Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad.

La aplicación de control SCADA estará siempre aguas abajo del bróker de coordinación (en adelante, coordinador) y quedará implementada para comunicar con él, sea este coordinador instalado en la obra o no.

Sin embargo, la aplicación de gestión podrá implementarse bien aguas abajo del coordinador (en caso de no instalarse un coordinador) o bien aguas arriba del mismo (en caso de que sí se instale un

coordinador), pero siempre implementada para comunicar con el coordinador según la norma descrita anteriormente.

Los niveles y componentes de una arquitectura interoperable quedan definidos en el siguiente esquema:



4 COMPONENTES

4.1 UNIDADES REMOTAS

A continuación, listaremos las características hardware del equipo:

- Diseñado para funcionar en intemperie, y preparado para trabajar en entornos con un 100% de humedad, siendo el conjunto IP66.
- Alimentación en continua con un rango de 6 a 13V.
- El rango de temperatura de funcionamiento para los Terminales remotos es de -30°C hasta 85° C en funcionamiento y -40°C hasta 85°C en almacenamiento
- Marcado CE y certificado de compatibilidad electromagnética.
- Dimensiones: 192x121x87mm
- Microprocesador de 8 bits con 8KB de RAM y 128KB de Flash.
- Memoria EEPROM de 128KB.

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

- 4/8/12 salidas para la apertura y el cierre de solenoides latch mediante interruptores de estado sólido. Admite indistintamente solenoides de 2 hilos, de 3 hilos con común a positivo y de 3 hilos con común a negativo,
- 4/8/12 entradas digitales para contadores de pulsos con filtrado HW y SW.
- 2 entradas digitales de propósito general.
- 2 entradas analógicas para sensores tipo 4/20 mA, con control de alimentación independiente. Convertidor AD de 8 bits.
- Equipable con 2 salidas digitales de propósito general mediante relés biestables.
- Todas las entradas y salidas están protegidas contra descargas eléctricas de hasta 3 kV, y contra cortocircuitos tanto entre entradas y salidas, como entre las propias salidas.
- Interfaz de comunicaciones 2G/3G/4G
- Interfaz NFC para uso a modo de consola local a través de una App corriendo en un teléfono inteligente. Eso elimina la necesidad de contar con un puerto físico accesible externamente, lo que da robustez a la solución.
- Reloj de tiempo real.
- 2 micro-switches.
- Watchdog.
- Actuador acústico.
- Reset caliente y frío del módem. Esto permite al equipo completa autonomía de cara a recuperarse de eventuales bloqueos del módem.
- Opciones de alimentación:
 - Mediante pack de baterías primarias interno de Li-SOCI2 compuesto por 6 celdas en configuración 2S3P con una capacidad total de 51Ah a 7V o 4 celdas en configuración 2S2P, con una capacidad total de 34Ah a 7V.
 - Mediante pack de baterías primarias externo de las mismas características que los anteriores.
 - Mediante alimentación externa de 6 a 13V.
 - Mediante kit de carga solar compuesto de panel solar de 36 celdas, de 5W/21V y dimensiones 300x195x25mm, con circuito de control de carga solar integrado en el propio equipo TCH y pack baterías recargables de litio de 4 celdas LIR18650-CI en configuración 2S-2P y capacidad total de 5,2Ah a 7,4V.

La alimentación de la mayoría de los puntos del proyecto es el pack de baterías primarias.

4.2 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

A continuación, resumiremos la funcionalidad del equipo:

- Turnos de EVs. Permite programar hasta 8 turnos por electroválvula (EV) y día de la semana, es decir un total de 56 turnos por EV a la semana. La programación de turnos admite la posibilidad de indicar turnos periódicos o turnos de ejecución única (los turnos de ejecución única se borran automáticamente de la memoria no volátil del TCH, una vez se ejecuten). Será posible configurar turnos cuyo día inicial y final sean diferentes.
- Reintento de apertura y cierre de EVs: Permite indicar el número de reintentos de apertura y cierre de EVs. Para la ejecución de estos reintentos, es posible especificar unos tiempos de verificación de apertura y cierre, previos a los correspondientes reintentos.
- Turnos de relés. Permite programar hasta 10 turnos por cada uno de los dos relés y día de la semana, es decir un total de 70 turnos por relé a la semana. La programación de turnos será exactamente igual a la programación de turnos de EV, pero con la salvedad de que para los relés no será posible indicar un volumen en el turno.
- Cancelación de turnos. Una vez programados los turnos, será posible indicar a la remota que cancele uno o varios turnos, independientemente de si éstos se encuentran en ejecución.
- Inhibición de Turnos. Posibilidad de inhibir los turnos de forma indefinida o en un rango de fechas. Posibilidad de indicar una máscara en la inhibición de turnos, de manera que permita una inhibición por EVs y Relés.
- Caracterización del pulso de contador. Posibilidad de indicar los tiempos del pulso de contador, para así poder filtrar espurios, que no afecten a la cuenta de litros de la remota.
- Caracterización de contadores y registro de litros. Posibilidad de caracterizar el tipo de contador, es decir la equivalencia litro – pulso.
- Registro de litros. Permite sincronizar, contar y acumular el número de litros proporcionados por cada contador asociado.
- Tiempo de vida. Posibilidad de configurar un tiempo máximo sin recibir información de la concentradora, de manera que superado dicho tiempo, la remota pueda ejecutar un protocolo de actuación, como por ejemplo cerrar todas las EVs y relés abiertos e inhibir todos sus turnos programados.
- Apertura y cierre manual de EV/EVs. Independientemente de los turnos de riego, será posible indicar una apertura manual de una o varias EVs un tiempo máximo de minutos; también será posible indicar un cierre inmediato. El disparo será independiente del estado de la EV en el TCH.
- Asociación Electroválvulas-Contadores. Múltiples configuraciones de EV-CNT permitidas, con su correspondiente gestión de pulsos de contador:

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

- Tantos contadores como electroválvulas: N EVs – N Cnts, donde N puede tomar los valores 1 a 8
- Sin contadores: N EVs – 0 Cnts
- Un solo contador: N EVs – 1 Cnt
- Una sola electroválvula: 1 EV – N Cnts
- EV Maestra. Posibilidad de indicar que una EV actúe como maestra y de configurar qué EVs actúan como aguas abajo de la maestra. Reparto de pulsos acorde a la configuración de maestra programada: se acumulará en el contador general de la maestra, y en el contador “virtual” de la EV aguas abajo abierta en cada caso.
- Monitorización de sensores analógicos. Posibilidad de indicar un tiempo de medición periódica de entradas analógicas y con un tiempo de estabilidad configurable. La configuración es independiente para cada una de las dos entradas analógicas. Para cada entrada analógica será posible indicar una pendiente y un offset, para escalar la medida de la corriente a la magnitud requerida. Posibilidad de especificar umbrales de alarma con porcentaje de histéresis, para evitar las activaciones y reposiciones de alarmas cuando la medición oscile entre unos valores próximos a los umbrales.
- Monitorización del caudal instantáneo. Posibilidad de activar el mecanismo de cálculo del caudal instantáneo de los contadores. Se implementa un algoritmo de ventana deslizante completamente configurable, que permite el cálculo de caudales instantáneos o caudales medios.
- Alarmas de riego. Posibilidad de indicar al TCH que reporte alarmas de “Cerrado con caudal” y “Abierto sin caudal”.
- Alarmas de propósito general. Utilizando las entradas digitales y analógicas de propósito general, será posible indicar que el TCH reporte alarmas en base a estados digitales y valores analógicos (con umbrales debidamente configurados).
- Informes de riego. Siempre asociado a los turnos de riego, el TCH almacenará una lista con el informe de riego del turno (fecha-hora de comienzo, duración, contador inicial y contador final).
- Motor de Reglas. Posibilidad de configurar hasta 8 reglas compuestas por:
 - Una condición temporal:
 - Fecha inicial y una fecha final. Es posible indicar que la condición sea válida para cualquier fecha.
 - Una máscara que indique los días de la semana para los que la regla es válida.
 - Una máscara para indicar los meses del año para los que la regla es válida.
 - Una hora inicial y una hora final. Es posible indicar que la condición sea válida para cualquier hora.
 - Cero a cuatro condiciones lógicas (and/or) compuestas por:
 - Un elemento condicionante (cualquier entrada, salida del equipo)

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

- Un operador (mayor, menor o igual)
- Un estado del elemento condicionante (ON/OFF de una entrada digital o EV, valor de una entrada analógica)
- Una a cuatro actuaciones: Inhibir turnos, actuar sobre cualquier entrada o salida del equipo, acelerar las comunicaciones con la plataforma, etc.
- Modo instalación. Posibilidad de realizar un test de cobertura mediante consola local conectada al puerto USB del equipo.
- Ahorro energético: Implementa un algoritmo de funcionamiento, basado en el ahorro de energía (entra en modo de bajo consumo siempre que puede), lo cual permite que las baterías alcancen largos periodos de vida.
- Monitorización de su propio consumo energético. Monitoriza su propia fuente de alimentación, reportando su estado al Centro de Control, lo que permite actuar a tiempo en casos de exceso de consumo, evitando así el agotamiento inesperado de la batería.
- Equipo completamente autónomo. Es completamente autónomo, y una vez programados sus turnos y reglas, no requiere de ningún agente externo para su correcto funcionamiento. Funcionar de forma independiente en caso de que haya algún problema con las comunicaciones, y además almacenará todos los datos de contadores, turnos de riego, informes de riego, etc, en una memoria no borrrable, de modo que cualquier problema con la alimentación del equipo no ocasiona la pérdida de datos del equipo.
- Resiliencia de comunicaciones: Implementa algoritmos configurables que permiten al equipo de manera autónoma realizar resets calientes y fríos del módem incorporado, lo que le permite recuperarse ante situaciones de “cuelgue” de módem.
- Rápida instalación, ya que únicamente es necesario conectar las electroválvulas y contadores asociados para que el Terminal esté operativo. Tan sólo hay que indicar en el sistema de gestión el ICCID de la SIM que se inserta en el equipo, y se leerá la configuración del mismo durante la primera conexión con la plataforma.
- Remota M2M: Posibilidad de indicar el periodo de conexión del equipo con la plataforma para reportar su estado. Es posible definir periodos de aceleración de las comunicaciones (por ejemplo: el equipo comunica cada 3 horas por la noche, pero cada hora desde las 8 a las 18 horas, de lunes a viernes). Independientemente del periodo de conexión, el equipo reporta las activaciones y ceses de sus alarmas de inmediato. Según necesidades el equipo puede equipar un módem 2G o 3G.
- Alimentación: Cada remota se alimenta a través de una batería de litio no recargable, o con batería recargable, conectada a una placa solar de 5W. En este caso, el regulador de carga está integrado en la electrónica de la propia remota.

- Telecarga: El equipo incorpora un programa de boot que permite realizar una telecarga remota del programa funcional de la remota. Esto abre la puerta a incorporar nuevas funcionalidades software, actualizando el equipo sin necesidad de desplazarse hasta su localización física.

4.3 SOFTWARE (CENTRO DE CONTROL)

A continuación, se proporciona una descripción a nivel técnico y funcional de la Plataforma de Gestión de Riego

Características técnicas

La plataforma puede instalarse tanto en un servidor en la nube como en un servidor local. Puede correr en multitud de sistemas operativos (Windows, Ubuntu, Solaris, Linux, Mac OS X).

La aplicación se basa en una arquitectura de 3 capas: cliente, servidor y base de datos.

Para el desarrollo tanto de la parte cliente como de la parte servidor, se ha utilizado la tecnología JavaEE, que permite independizar la lógica de la aplicación de la base de datos, lo que permite utilizar distintos motores de base de datos relacionales (Oracle, SQL Server, MySQL) aunque, por defecto, se utiliza MySQL como motor de base de datos. La aplicación corre dentro del servidor de aplicaciones Glassfish.

La parte cliente cuenta con una interfaz de usuario web a través de la cual está disponible toda la funcionalidad de gestión, supervisión y control que se describe a continuación.

Características funcionales

Estas son las principales funcionalidades que ofrece la plataforma:

- Control de acceso. Para utilizar la plataforma, el usuario debe iniciar una sesión mediante un nombre de usuario y contraseña que le proporciona el administrador del sistema.
- Gestión de agrupaciones geográficas. La plataforma permite crear agrupaciones geográficas estructuradas en 2 niveles: sectores y cabezales. Dentro del segundo nivel (cabezal), se ubican los elementos de la red hídrica y los equipos de supervisión.
- Gestión de elementos de la red hídrica. Una vez definida la estructura jerárquica de sectores y cabezales, dentro de ellos se pueden crear hidrantes y emplazamientos (cabezales de riego, estaciones de bombeo, pozos, balsas, etc.) para su control y supervisión.
- Gestión de usuarios. La plataforma ofrece herramientas para la gestión de usuarios y grupos de usuarios. Cada usuario o grupo de usuarios puede tener una visión distinta de los elementos y equipos que forman parte de la red hídrica, También es posible crear diferentes perfiles de

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

usuario, detallando exactamente las operaciones de determinan el perfil. De esta forma, es posible definir perfiles de tipo administrador, supervisor, operador, consultor, etc.

- Definición de comunidades. Mediante el concepto de comunidad, el administrador del sistema puede crear ámbitos de gestión totalmente independientes dentro de la misma plataforma, impidiendo que los usuarios de una comunidad puedan ver elementos pertenecientes a otra comunidad. De esta forma, para cada comunidad existirá un conjunto de usuarios, un conjunto de hidrantes, un conjunto de parcelas, etc.
- Supervisión de hidrantes. Haciendo clic sobre el icono de un hidrante, se accede al panel de supervisión donde se puede ver, mediante un dibujo esquemático, el estado de las electroválvulas, entradas analógicas, entradas digitales, salidas digitales, batería, el valor de los contadores, la configuración de turnos de riego, el estado de las reglas y la inhibición de los turnos. Desde ese mismo panel, también se puede realizar una apertura manual de las electroválvulas o de las salidas digitales.
- Gráficas de evolución de los contadores e históricos de medidas analógicas. La aplicación permite visualizar gráficamente el riego efectuado cada día en cada uno de los contadores supervisados, así como los valores registrados en las entradas analógicas del equipo.
- Exportación de medidas. Existe una utilidad para exportar a fichero Excel las medidas históricas que se almacenan en la plataforma
- Mapa de la red hídrica. La aplicación cuenta con un mapa georreferenciado, basado en Google Maps, donde se representan los hidrantes, indicando su estado (regando, con alarmas), las parcelas a regar y la estructura de la red hídrica.
- Turnos de riego. Se pueden definir hasta 8 turnos de riego por cada electroválvula y día de la semana. Los turnos pueden ser de ejecución única o periódica y se definen mediante un horario y, opcionalmente, un volumen máximo. La aplicación ofrece facilidades para la configuración y programación masiva de los turnos, además de opciones de carga masiva mediante importación desde ficheros Excel. También existe la posibilidad de inhibir los turnos de manera indefinida, hasta que el usuario vuelva a activarlos, o solamente durante un periodo configurable.
- Agrupación de electroválvulas. Es posible definir grupos de electroválvulas a las que aplicar una misma configuración de turnos.
- Programación masiva. Esta herramienta permite programar, de forma directa o diferida, los horarios de riego configurados en los hidrantes, así como otras operaciones masivas como la activación o inhibición de turnos, la lectura y programación de la configuración de los TCHs, etc.
- Informes de riego. La plataforma registra los informes de riego de los TCHs, donde se indica la hora de inicio del turno, la duración del mismo, el volumen de agua vertido, el caudal medio y el caudal por unidad de superficie.

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

- Informe de salud. Este informe proporciona datos de estado de los hidrantes como son: fecha y hora del último sondeo, nivel de la batería, nivel de cobertura, estado de riego, estado de alarma, si está programado, si tiene los turnos inhibidos, etc.
- Resumen de hidrantes. Es un panel donde se muestra, de manera gráfica, el estado de las electroválvulas, entradas analógicas, entradas digitales y salidas digitales de todos los hidrantes de un cabezal.
- Reglas de hidrantes. En cada hidrante, se pueden configurar hasta 8 reglas que provoquen la actuación sobre las electroválvulas o salidas digitales del hidrante ante determinadas condiciones que pueden ser temporales (una franja horaria, un periodo, determinados meses, algunos días de la semana) o lógicas, en función del valor o el estado de las entradas analógicas, entradas digitales, salidas digitales o electroválvulas de este.
- Reglas compartidas. Esta utilidad permite definir una regla que se configure masivamente en un conjunto de hidrantes. Esto evita tener que hacerlo hidrante por hidrante.
- Reglas de sistema. Mediante las reglas de sistema, se puede configurar una regla cuya condición lógica de activación dependa de un elemento (electroválvula, entrada analógica, entrada digital, etc.) de un hidrante distinto a aquel sobre el que se pretende actuar. Esto permite, por ejemplo, el control de la bomba que extrae agua de un pozo para el llenado de una balsa que se encuentra a una distancia considerable.
- Emplazamientos personalizados controlados mediante autómatas. La plataforma permite definir distintos emplazamientos (cabezales, estaciones de rebombeo, pozos, balsas, compuertas, etc.) que se encuentren controlados mediante autómatas programables que implementen el protocolo MODBUS TCP. Se puede añadir una imagen de fondo personalizada para cada emplazamiento y crear una pantalla tipo SCADA con etiquetas y leds que muestren el estado de las variables supervisadas a través de los autómatas y también se pueden incluir botones que permiten actuar sobre los elementos controlados (generalmente, bombas).
- Gestión de regantes y parcelas. El módulo de regantes y parcelas ofrece funciones para dar de alta regantes, con todos sus datos administrativos y sus parcelas, indicando su información catastral. Es posible cargar tanto regantes como parcelas a partir de ficheros Excel para que la carga de datos sea más rápida.
- Facturación. La aplicación cuenta con un módulo para generar las facturas derivadas del consumo de agua efectuado por cada contador. Se generan ficheros en formato bancario SEPA, que es el estándar, actualmente, para la generación de recibos en la Unión Europea.
- Gestión de alarmas. La plataforma registra las alarmas que generan los TCHs y permite llevar un control de ellas, mediante un mecanismo de atención, que informa a los usuarios de las nuevas alarmas que se producen en el sistema.
- Histórico de alarmas. Se pueden consultar alarmas cesadas según diversos criterios de filtrado configurables por el usuario (rango de fechas, tipo de alarma, etc.).

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

Aplicación móvil

La aplicación en versión para smartphone, proporciona una interfaz cómoda e intuitiva para la interacción por parte del usuario con las funcionalidades más usadas de la plataforma.

El acceso se realiza mediante identificador de usuario y clave, proporcionando visión de todos los equipos y funcionalidades para los equipos que el usuario tiene permisos.

Funcionalidades:

- Listado con todos los hidrantes organizados por sector y cabezal.
- Supervisión del estado del hidrante (nivel de batería, listado de órdenes, último sondeo, etc.).
- Visualización del estado e información relevante de electroválvulas, contadores, entradas analógicas, salidas digitales, salidas virtuales, alarmas, reglas y estado de inhibición.
- Consulta y programación los turnos en las electroválvulas y las salidas digitales.
- Posibilidad de inhibir los turnos durante un período o de manera indefinida y activarlos posteriormente.
- Abrir/cerrar manualmente las electroválvulas.
- Activar/desactivar manualmente las salidas digitales.
- Representación gráfica del consumo de agua medido por cada contador en los últimos 30 días (gráfico de barras) y detalle del consumo dentro del día (gráfico lineal).
- Representación gráfica del valor máximo y mínimo de las entradas analógicas en los últimos 30 días (gráfico de barras) así como la evolución dentro del día (gráfico lineal).
- Visualización de hidrantes sobre Google Maps.
- Informe de salud de los hidrantes con información de última comunicación, estado de alarma, estado de programación, estado de turnos (activos o inhibidos) y estado de riego.

4.4 SENSOR DE HUMEDAD

De acuerdo a un sensor de humedad para determinar el nivel de agua del suelo a distintas profundidades.

También existe la posibilidad de trabajar con otros sensores distintos, por ejemplo, sensores de nitratos, sensores de pH, de presión, conductividad, etc.

La señal del sensor de humedad nos es representada mediante un gráfico la progresión de humedad que va adquiriendo el suelo en su profundidad.

El objetivo de usar sensores de humedad es lograr un mayor aprovechamiento del agua. Cada árbol o planta tiene una longitud máxima de raíz (dato que podemos encontrar en la literatura), con lo que el agua, a partir de esa profundidad, ya no será absorbida. Gracias al sensor de humedad podemos detectar a que profundidad hay agua y parar el riego cuando ésta no vaya a ser asimilada.

El software se encarga de recoger los datos de los distintos sensores y mostrarlos por pantalla, de modo que aportan una ayuda más al técnico encargado para decidir la finalización del riego.

Con la ayuda de este sensor utilizaremos sólo el agua necesaria para regar, además mejoraremos la productividad, ya que, con una aportación justa de agua, la planta o árbol crece en mejores condiciones.



Figura 1. Detalle sensor de humedad.

Para la determinación de cantidad y distribución de sondas de humedad se ha seguido la DIRECTRICES CIENTÍFICO-TÉCNICAS PARA ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN POR SENSORES DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO del CSIC, cuyas conclusiones se recogen en Apéndice al presente anejo.

4.5 PLC (RED DE ALTA)

Los equipos para los controles de cabezales (A y B) y elemento similar (depósito S, balsa A y depósito B) se componen de una unidad de control, que puede ampliarse con diversas unidades de ampliación de entradas y salidas en función de las necesidades del emplazamiento. Con los autómatas de control se permite:

Control de cabezales. Control de filtros, válvulas y sensores:

Control de bombas

Control de llenado depósitos y balsas

Control de válvulas motorizadas

Monitorización y gestión de instalaciones fotovoltaicas.

Dispondrán de control y programación de funcionamiento local, así como panel de operador, para la visualización y control de los elementos del autómata. Pantalla gráfica y táctil, sin elementos de operación mecánicos.

Llevarán baterías de apoyo y emergencia, pero en dichas instalaciones se reforzarán con las pequeñas instalaciones fotovoltaicas que alimentan los equipos electromecánicos y sensores instalados.

Los elementos del cuadro de PLC de puntos singulares y los cabezales A y B tiene las siguientes características:

Armario de control puntos singulares en depósito S, balsa A y depósito B; y cabezales A y B.

- PLC compacto 12E/16S
- Router 4G
- Armario de fijación mural IP66
- Aparatación eléctrica para recibir los datos de los diferentes elementos que componen el sistema y presentación en scada.
- Incluye licencia y uso de plataforma durante cinco años.
- Incluye software de autómata
- Configurado y puesto en correcto funcionamiento

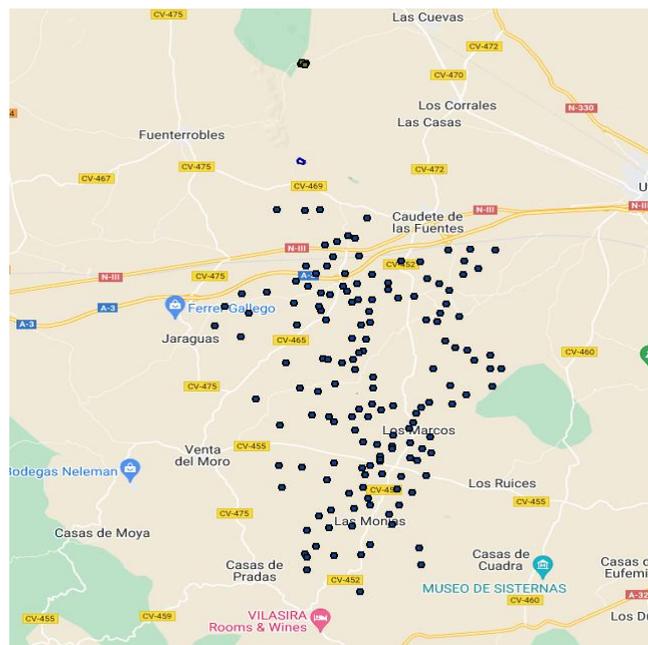
5 ESTUDIO DE COBERTURA

Partiendo de la documentación de proyecto aportada, se han estudiado y modelado las alternativas de comunicaciones contempladas para el sistema de telecontrol, con el objetivo de confirmar su viabilidad y describir en detalle las que se pueden considerar más adecuadas.

Este estudio incluye la comunicación de hidrantes mediante sistema M2M.

Se pretende comprobar el sistema de comunicaciones de la red, para asegurar la viabilidad de las coberturas de los hidrantes.

Para realizar el estudio se ha solicitado la red de coberturas M2M de Movistar y hemos delimitado el mapa completo de hidrantes por zonas, con el fin de aportar los mejores datos posibles para la obra.



En el siguiente mapa se toman las medidas de intensidad de la zona de regadío de Caudete de Las Fuentes, obtenidas y proporcionadas por la operadora Movistar.

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

La intensidad de las zonas viene marcada por colores.

Cobertura Alta

Cobertura Media

Sin Cobertura

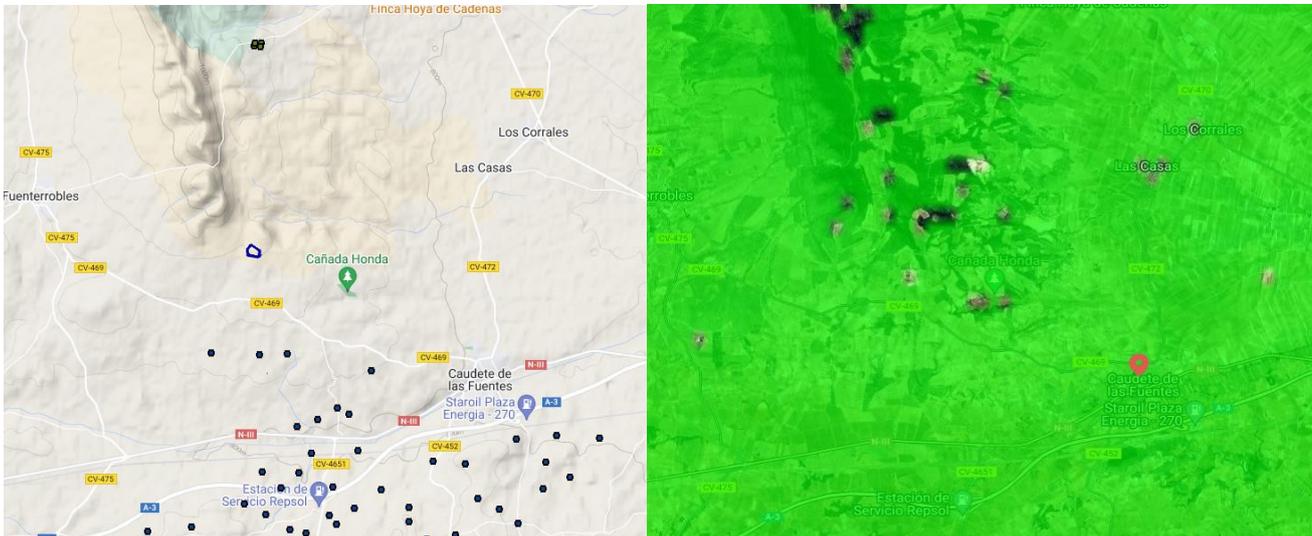


Todas las zonas vienen representadas por zona de hidrantes y zona de coberturas. Las medidas son con relación a los puntos o segmentos ofrecidos por la red GSM MV, donde se determina la calidad. Con este tipo de medidas se recoge el global de la zona.

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

ZONA 1



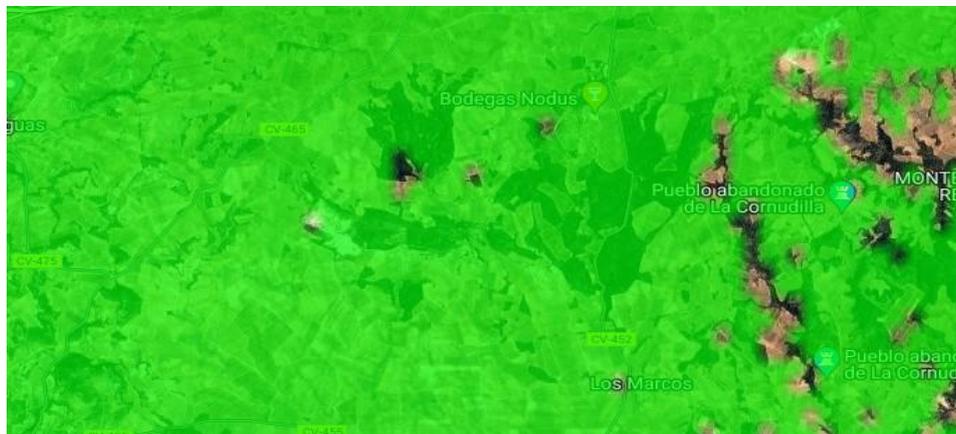
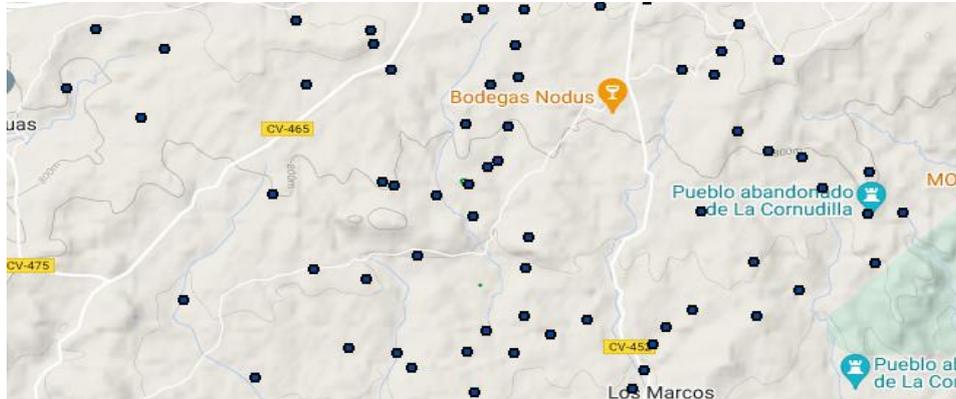
UNIDAD	SEÑAL	UNIDAD	SEÑAL
U1	MEDIA 2G	U20	MEDIA 2G
U2	ALTA 2G	U21	MEDIA 2G
U3	MEDIA 2G	U22	MEDIA 2G
U4	MEDIA 2G	U23	MEDIA 2G
U5	MEDIA 2G	U24	MEDIA 2G
U6	ALTA 2G	U25	MEDIA 2G
U7	ALTA 2G	U26	MEDIA 2G
U8	ALTA 2G	U27	MEDIA 2G
U9	ALTA 2G	U28	MEDIA 2G
U10	ALTA 2G	U29	MEDIA 2G
U11	ALTA 2G	U30	MEDIA 2G
U12	ALTA 2G	U31	MEDIA 2G
U13	ALTA 2G	U32	MEDIA 2G
U14	ALTA 2G	U33	MEDIA 2G
U15	ALTA 2G	U34	MEDIA 2G
U16	ALTA 2G	U35	ALTA 2G
U17	ALTA 2G	U36	ALTA 2G
U18	ALTA 2G	U37	ALTA 2G
U19	ALTA 2G	U38	ALTA 2G

Las señales de la zona oscilan entre -60dbm a -85dbm. Siendo una zona con excelentes coberturas.

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

ZONA 2



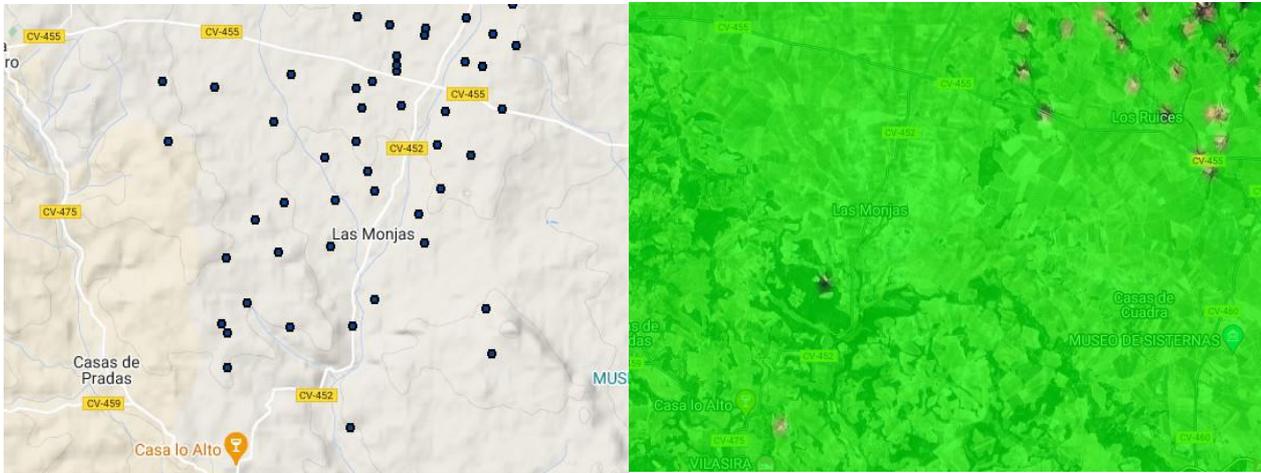
UNIDAD	SEÑAL	UNIDAD	SEÑAL
U39	MEDIA 2G	U58	ALTA 2G
U40	ALTA 2G	U59	ALTA 2G
U41	ALTA 2G	U60	ALTA 2G
U42	ALTA 2G	U62	ALTA 2G
U43	ALTA 2G	U63	ALTA 2G
U44	ALTA 2G	U64	ALTA 2G
U45	ALTA 2G	U65	ALTA 2G
U46	ALTA 2G	U66	ALTA 2G
U47	ALTA 2G	U67	ALTA 2G
U48	ALTA 2G	U68	ALTA 2G
U49	ALTA 2G	U69	ALTA 2G
U50	ALTA 2G	U70	ALTA 2G
U51	ALTA 2G	U71	ALTA 2G
U52	MEDIA 2G	U72	ALTA 2G
U53	MEDIA 2G	U73	ALTA 2G
U54	MEDIA 2G	U74	ALTA 2G
U55	MEDIA 2G	U75	ALTA 2G
U56	MEDIA 2G	U76	ALTA 2G

Las señales de la zona oscilan entre -68dbm a -89dbm. Siendo una zona con excelentes coberturas.

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

ZONA 3



UNIDAD	SEÑAL	UNIDAD	SEÑAL
U78	ALTA 2G	U97	MEDIA 2G
U79	ALTA 2G	U98	MEDIA 2G
U80	ALTA 2G	U99	MEDIA 2G
U81	ALTA 2G	U100	MEDIA 2G
U82	ALTA 2G	U101	MEDIA 2G
U83	ALTA 2G	U102	ALTA 2G
U84	ALTA 2G	U103	ALTA 2G
U85	ALTA 2G	U104	ALTA 2G
U86	ALTA 2G	U105	ALTA 2G
U87	ALTA 2G	U106	ALTA 2G
U88	ALTA 2G	U107	ALTA 2G
U89	ALTA 2G	U108	ALTA 2G
U90	ALTA 2G	U109	ALTA 2G
U91	ALTA 2G	U110	ALTA 2G
U92	ALTA 2G	U111	ALTA 2G
U93	ALTA 2G	U112	ALTA 2G
U94	ALTA 2G	U113	ALTA 2G
U95	ALTA 2G	U114	ALTA 2G
U96	ALTA 2G	U115	ALTA 2G

Las señales de la zona oscilan entre -80dbm a -95dbm. Siendo una zona con buenas coberturas.

Anejo 23.- Sistema de Automatización y Control

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA
COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

APÉNDICE 1. SONDAS DE HUMEDAD

ÍNDICE.

1	OBJETO	2
2	OBJETO Y MEDIDAS A IMPLANTAR	2
3	APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA	3
3.1	DETERMINACIÓN DE EQUIPOS Y VIABILIDAD	3
3.2	DISTRIBUCIÓN PROPUESTA DE LAS SONDAS	6
4	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PROPUESTOS	10
4.1	INSTALACION	10
4.2	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS A INSTALAR	10
4.3	METODOLOGIA DE LECTURA E INTERPRETACION DE LOS DATOS Y SU APLICACION	12

1 OBJETO.

En el presente apéndice al Anejo 23 de Automatización y Control de las obras recogerá las recomendaciones de las DIRECTRICES CIENTÍFICO-TÉCNICAS PARA ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN POR SENSORES DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO del CSIC y definirá aquellas medidas para su implantación.

La finalidad de esta primera directriz es recoger las instrucciones científico-técnicas para la implantación de medidas relacionadas con los sistemas de monitorización por sensores de medida del contenido volumétrico y/o potencial matricial de agua en el suelo (sensores y unidad de telecontrol)

Su objetivo es facilitar, a los redactores y ejecutores de los proyectos incluidos en el Plan, instrucciones para la implantación de medidas ambientales que contribuyan a cumplir el principio de “no causar un daño significativo” (DNSH en sus siglas en inglés) a los objetivos medioambientales establecido en el Reglamento de Taxonomía (Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles).

2 OBJETO Y MEDIDAS A IMPLANTAR.

El riego es el factor principal en la producción y calidad de los cultivos en áreas de clima árido y semiárido. Para una gestión eficiente del agua en todo el perfil del suelo afectado por el riego es necesario, por tanto, el control del contenido de humedad en el suelo.

Para ello en este anejo se definirá:

- Principios de diseño y viabilidad de las medidas.
- Técnicas de establecimiento
- Establecer las especificaciones técnicas de los equipos a instalar.
- Metodología de lectura e interpretación de los datos y su aplicación

La medida a adoptar en este proyecto para el control de humedad en suelo es la del contenido volumétrico de agua en suelo (CVAS).

Esta medida recomienda la instalación de sensores en continuo basados en la constante dieléctrica o permisividad del suelo, dado que ésta se relaciona directamente con su contenido de humedad. Estos sensores se instalan a distintas profundidades con un registrador de datos que capturan la señal de los sensores, la almacenan y la transmiten de forma local o remota. Estos métodos no son destructivos y, aunque únicamente abarcan un pequeño volumen de suelo, bien calibrados a la solución del suelo, determinan con precisión, las dosis de riego o cantidad del agua de aplicación en un riego.

En la interpretación de los datos del contenido volumétrico de agua en suelo, hay que partir del hecho de que no debe exigirse una cifra exacta del CVAS dado que hay muchos factores que añaden

Apéndice 1.- Sondas de Humedad

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

incertidumbre a la precisión de la medida. Por ello, en el caso de que no se disponga de una calibración adecuada de las sondas, se debe relativizar el valor frente al máximo registrado. Se recomienda que el personal responsable de cada comunidad de regantes (CR) supervise la recogida de datos de las medidas de los equipos instalados y también de las aplicaciones de riego diarias/semanales realizadas en la parcela durante un periodo de tiempo suficientemente representativo para su posterior análisis.

Para corroborar y/o poder adoptar una decisión apropiada, la recomendación sería realizar una lectura rápida de las medidas del contenido volumétrico de agua en el suelo y si estos valores superan el 40% de humedad, al ser muy elevados podría tener indicios de posible sobre-riego del cultivo. Hay que tener en cuenta que la saturación máxima es del 50-52% en suelos de textura franco-arcillosa, y que estos valores únicamente se podrían alcanzar en niveles muy superficiales del perfil de suelo y justo después de regar o tras una lluvia copiosa.

En resumen, la implantación por parte de las Comunidades de Regantes de las medidas descritas en la Directriz 1 permitirá reducir la cantidad de agua de riego sin afectar el estado hídrico del cultivo ni su producción, con el fin de mejorar la eficiencia del uso del agua y de reducir la lixiviación de nutrientes, mejorando así la sostenibilidad de los regadíos.

El sistema así diseñado quedará integrado en el sistema de automatismo y control definido en el propio Anejo 23 de Automatización y Control.

3 APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA

3.1 DETERMINACIÓN DE EQUIPOS Y VIABILIDAD

Dado que se trata de riego por goteo superficial en cultivos leñosos, se establecerán equipos con sondas a tres profundidades en cada punto de muestreo por cultivo con la siguiente frecuencia:

- 3 uds. cada 50 ha en zonas no vulnerables por nitratos.
- 5 uds cada 50 ha en zonas vulnerables por nitratos

Cada unidad se instalará en puntos lo suficientemente separados entre sí como para abarcar la posible variabilidad del suelo dentro de una unidad homogénea.

Esta división por zonas es porque se tienen parte de las parcelas inmersas en zona vulnerables por nitratos, en concreto todas las parcelas pertenecientes al término municipal de Venta del Moro (zona ES52-46254).

En la siguiente imagen se puede observar la división, que se muestra con mayor detalle en el plano 1 al final del apéndice.

Apéndice 1.- Sondas de Humedad

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

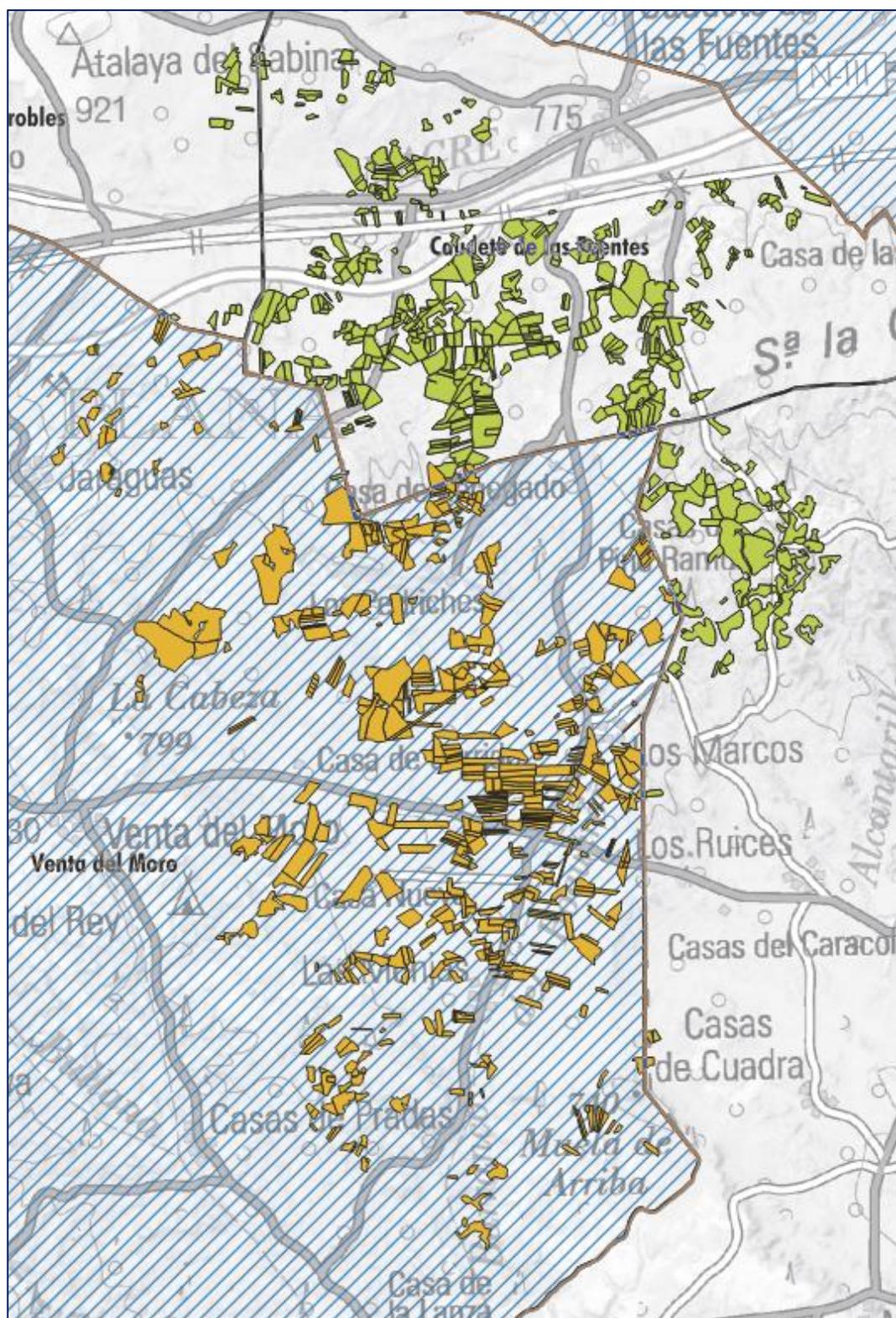


Figura 1. Mapa de parcelas divididas por zona vulnerable (naranja) y zona no vulnerable (verde) por nitratos..

Apéndice 1.- Sondas de Humedad

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

De acuerdo con esta caracterización y en aplicación directa de la directiva se obtiene la siguiente consideración presupuestaria, teniendo en cuenta solo los equipos (aparte habría que considerar coste de integración en el sistema de automatización de tal cantidad de equipos).

Vulnerable Nitratos	Superficie (ha)	Nº equipos	Precio medio(€/ud)	Coste medio (€)
SI	862,13	90	2.000,00	180.000,00
NO	710,75	45	2.000,00	90.000,00
TOTAL	1.572,88	135		270.000,00

Por presupuesto insuficiente, se toma el criterio de reducir la superficie al 25% del total, tal y como contempla la directriz 1.

Se aplicará la recomendación de la propia directriz, para estos casos:

“Localizar una zona concreta en la que se pueda realizar una monitorización demostrativa para el resto de la comunidad de regantes, con una superficie de al menos el 25% del total de la comunidad. La zona elegida debe ser lo más representativa posible, englobando la máxima variabilidad de características físico-químicas del suelo y, también, de cultivos representativos de esa comunidad de regantes”.

“Adicionalmente, cuando no se trate de una zona vulnerable a contaminación por nitratos, en esta parcela demostrativa se podrá reducir a 2 unidades de equipos cada 50 ha siempre que se instalen equipos que garanticen la máxima fiabilidad de las medidas”

Si el cultivo se sitúa en zonas vulnerables por contaminación difusa producida por los nitratos se realizará el siguiente protocolo:

- El número de puntos de muestreo se establecerá de acuerdo a la superficie de la explotación, y para superficies por encima de 10 ha. Así se dispondrá, como mínimo, de tres puntos para aquellas explotaciones con una superficie entre 10 y 20 ha, cuatro puntos para superficies entre 20 y 50 ha, y cinco puntos para superficies mayores a 50 ha. Los emplazamientos deberán elegirse de conformidad con la Administración Autónoma competente, para que resulten representativos de la tipología del suelo existente y los tipos de cultivo implantados.
- Para explotaciones menores a 10 ha se seguirán las recomendaciones realizadas a través de la Comunidad de Regantes a la que pertenezcan, pero, en todo caso, se deberá disponer al menos de un punto de muestreo cada 5 ha.

Apéndice 1.- Sondas de Humedad

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA
COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

Con estas nuevas consideraciones se obtiene la siguiente estimación presupuestario que hace viable la implantación de la medida.

Vulnerable Nitratos	Superficie (ha)	Sup. Representativa (25 %)	Nº equipos	Precio medio(€/ud)	Coste medio (€)
SI	862,13	215,53	25	2.000,00	50.000,00
NO	710,75	177,69	8	2.000,00	16.000,00
TOTAL	1.572,88	393,22	33		66.000,00

3.2 DISTRIBUCIÓN PROPUESTA DE LAS SONDAS

Para proceder a los equipos se han determinado zonas por cercanía y características hidrogeológicas que nos permitan hacer una distribución de las sondas por toda la superficie regante, disponiendo las sondas en unas superficies representativas de toda la zona en las parcelas junto al hidrante correspondiente.

En la siguiente tabla se identifica las zonas propuestas en las que se ha dividido la superficie de riego, identificando si se encuentra en zona vulnerable a contaminación difusa por nitratos, la superficie representativa

Contaminación Difusa Nitratos	Identificación Zona	Hidrantes incluidos	Superficie total representada (ha)	Superficie Representativa (ha)	n º sondas	Hidrantes ubicación	Parcela Ubicación
NO VULNERABLE	ZNV-01	H-A-1	179,08	44,77	2	A-3	46097A00400223
		H-A-10				A-4	46097A00400254
		H-A-100					
		H-A-11					
		H-A-12					
		H-A-13					
		H-A-14					
		H-A-15					
		H-A-16					
		H-A-17					
		H-A-2					
		H-A-3					
		H-A-4					
		H-A-5					
		H-A-6					
		H-A-66					
		H-A-67					
		H-A-68					
		H-A-69					
		H-A-7					
H-A-8							
H-A-9							
H-A-99							

Apéndice 1.- Sondas de Humedad

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA
COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

Contaminación Difusa Nitratos	Identificación Zona	Hidrantes incluidos	Superficie total representada (ha)	Superficie Representativa (ha)	n ^o sondas	Hidrantes ubicación	Parcela Ubicación			
	ZNV-02	H-A-18	193,25	48,31	2	A-23	46097A00700413			
		H-A-19							A-24	46097A01200036
		H-A-22								
		H-A-23								
		H-A-24								
		H-A-25								
		H-A-26								
		H-A-27								
		H-A-28								
		H-A-29								
		H-A-30								
		H-A-31								
		H-A-32								
		H-A-35								
	ZNV-03	H-A-20	176,76	44,19	2	A-37	46097A01200036			
		H-A-21							A-38	46097A00800081
		H-A-36								
		H-A-37								
		H-A-38								
		H-A-39								
		H-A-40								
		H-A-41								
		H-A-42								
		H-A-43								
		H-A-44								
		H-A-45								
		H-A-46								
		H-A-54								
		H-A-55								
		H-A-56								
		H-A-57								
	ZNV-04	H-A-47	168,3	42,08		A-49	46215A13700455			
		H-A-48							A-41	46215A13700092
		H-A-49								
		H-A-50								
		H-A-51								
		H-A-52								
		H-A-53								
		H-A-58								
		H-A-60								
		H-A-61								
		H-A-62								

Apéndice 1.- Sondas de Humedad

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

Contaminación Difusa Nitratos	Identificación Zona	Hidrantes incluidos	Superficie total representada (ha)	Superficie Representativa (ha)	n ^o sondas	Hidrantes ubicación	Parcela Ubicación
VULNERABLE	ZV-01	H-A-63	199,09	49,77	5	B-2	46256A02300071
		H-A-64				B-3	46256A02300052
		H-A-65				B-4	46256A02300111
		H-A-93				B-17	46256A02300088
		H-A-96				B-18	46256A02300099
		H-B-1					
		H-B-10					
		H-B-11					
		H-B-12					
		H-B-13					
		H-B-15					
		H-B-16					
		H-B-17					
		H-B-18					
		H-B-2					
	H-B-3						
	H-B-4						
	H-B-5						
	H-B-6						
	H-B-7						
	H-B-8						
	H-B-9						
	ZV-02	H-A-70	154,68	38,67	5	A-71	46256A00300031
		H-A-71				A-72	46256A00500301
		H-A-72				A-73	46256A00500051
		H-A-73				A-74	46256A00500066
		H-A-74				A-76	46256A00600077
		H-A-75					
		H-A-76					
		H-A-77					
		H-A-87					
		H-A-88					
	H-A-97						
	H-A-98						
	ZV-03	H-A-33	189,99	47,50	5	A-79	46256A00800044
		H-A-34				A-80	46256A00800056
		H-A-59				A-81	46256A00800056
		H-A-78				A-82	46256A00800085
		H-A-79				A-83	46256A00900010
H-A-80							
H-A-81							
H-A-82							
H-A-83							
H-A-84							
H-A-85							
H-A-86							
H-A-89							
H-A-90							
H-A-91							
H-A-92							
H-A-94							
H-A-95							

Apéndice 1.- Sondas de Humedad

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA
COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

Contaminación Difusa Nitratos	Identificación Zona	Hidrantes incluidos	Superficie total representada (ha)	Superficie Representativa (ha)	n ^o sondas	Hidrantes ubicación	Parcela Ubicación			
	ZV-04	H-B-14	158,71	39,68	5	B-27	46256A04200061			
		H-B-19							B-28	46256A04200063
		H-B-20							B-29	46256A04200199
		H-B-21							B-30	46256A04200212
		H-B-22							B-31	46256A04200093
		H-B-23								
		H-B-27								
		H-B-28								
		H-B-29								
		H-B-30								
		H-B-31								
		H-B-32								
		H-B-43								
		H-B-44								
		H-B-45								
		H-B-46								
		H-B-47								
		H-B-48								
	ZV-05	H-B-24	153,02	38,26	5	B-35	46256A04000137			
		H-B-25							B-37	46256A04000145
		H-B-26							B-38	46256A04000153
		H-B-33							B-39	46256A04000165
		H-B-34							B-40	46256A04000173
		H-B-35								
		H-B-36								
		H-B-37								
		H-B-38								
		H-B-39								
		H-B-40								
		H-B-41								
		H-B-42								
		H-B-49								
		H-B-50								
		H-B-51								
		H-B-52								
		H-B-53								

En el plano 2 adjunto a este apéndice se pueden apreciar ubicación de sondas de humedad propuestas junto a la delimitación de las zonas representativas y representadas por las mismas.

4 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PROPUESTOS

4.1 INSTALACION

Dado que se trata de cultivo leñoso, se controlará la humedad en 3 profundidades de forma que garantice un adecuado manejo del riego mediante el control del contenido de agua en la zona de máxima actividad radicular y a una profundidad de suelo que sobrepase la capacidad de extracción radicular, de modo que pueda servir de referencia para conocer si se está realizando una adecuada gestión del riego.

Las profundidades recomendadas, según la directriz, para instalar cada uno de los sensores son:

- 1 profundidad: 25 cm (rango de 20-50 cm)
- 2 profundidad: 50 cm (rango 45-60cm)
- 3 profundidad: (rango 70-90 cm)

En cuanto a la distribución espacial en superficie de los sensores, en términos generales se recomienda una separación entre el emisor y el sensor de 20 cm. Esta distancia podrá variar en función de la textura del suelo y por ende de la forma del bulbo húmedo. Siendo el terreno que nos ocupa predominantemente franco y franco - arcilloso deben colocarse a 20-25 cm del emisor.

Se deberá tener en cuenta también el marco de plantación y el diseño de la instalación de riego, debiendo estudiarse cada unidad previa a su colocación.

Riego por aspersión cultivo herbáceo:

4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS A INSTALAR

- Sonda sin cables y con batería interna de alta capacidad.
- Diseño encapsulado.
- Forma puntiaguda para permitir una instalación fácil.
- Sensores precalibrados con posibilidad de configuración
- Envío de datos a internet vía GPRS.
- Resolución humedad = 1: 10000
- Precisión de humedad +/- 0.03% vol.

Recomendaciones para la instalación

- Evitar zonas no representativas (seleccionar las zonas representativas con la ayuda de mapas de CE aparente del suelo si es posible, en caso contrario, a través de la experiencia del agricultor).
- Realizar un riego copioso el día previo a la instalación para facilitar la introducción de las sondas en el suelo, aunque se debe evitar que el suelo esté totalmente saturado.
- Las sondas han de instalarse a aproximadamente entre 10-20 cm del gotero y sobre suelo nivelado para propiciar que el bulbo húmedo sea lo más simétrico y uniforme posible.

Apéndice 1.- Sondas de Humedad

OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

- Evitar, en la medida de lo posible, que existan bolsas de aire entre el suelo y la sonda, es decir, asegurar un contacto total entre las varillas y la matriz del suelo.
- Si en algún momento existe dificultad para introducir la sonda en el suelo, no golpearla para evitar dañar su electrónica.
- Usar la plantilla guía que suministra el fabricante para asegurar que las diferentes varillas se introducen de forma correcta en el suelo. Para fijar la guía a la pared del suelo se pueden utilizar clavos.
- Dejar lo más recta posible la pared del hoyo en la que se van a instalar las sondas para asegurar la correcta instalación de las mismas.
- En el caso de instalar varias sondas a diferentes profundidades, procurar que estén alineadas las unas con las otras. Asimismo, colocar primero la sonda situada a mayor profundidad y, por último, la situada más superficialmente. Por otra parte, se deben marcar los cables de tal manera que, una vez cerrado el agujero en el suelo, se sepa a qué sonda corresponde cada cable.
- Evitar la destrucción tanto de la estructura original del suelo como de raíces activas.
- Reconstruir el suelo manteniendo la estructura y las capas originales. Para ello, se debe destinar la tierra que se ha sustraído durante la formación del hoyo para usarla posteriormente para cubrirlo y de esta forma alterar lo mínimo posible las condiciones del suelo.
- A la hora de cubrir el hoyo, se hace necesario compactar gradualmente la tierra, para ello se debe proceder echando unas cuantas palas de tierra y posteriormente compactarla cuidadosamente. Es muy importante que el suelo tenga un nivel de compactación lo más similar posible al que tenía antes de realizar el hoyo, para evitar la formación de canales preferenciales de infiltración de agua.
- En el caso de que la tierra esté muy seca, se recomienda mojarla un poco para facilitar su compactación.
- Evitar que al cubrir el hoyo pueda caer alguna piedra que pueda dañar las sondas y señalar la zona de instalación para evitar que nadie o nada la pise.
- Dejar un tiempo posterior de estabilización del suelo. Es decir, dejar pasar unos cuantos riegos antes de tomar los primeros datos.

4.3 METODOLOGIA DE LECTURA E INTERPRETACION DE LOS DATOS Y SU APLICACION

Para la interpretación de datos lo que debe primar es la evaluación técnica y homologación de los equipos utilizados en cada caso en cuestión, creando un modelo de certificación de los datos obtenidos extrapolables a cualquier zona.

Es importante señalar que, en el caso de no disponer de una calibración de los sensores en el terreno en el que se instalen, se recomienda emplear valores relativos frente al máximo registrado (dividiendo las lecturas del sensor entre el valor máximo registrado por el propio sensor durante la época de lluvias). Además, podemos indicar que la evolución en el tiempo de los registros que ofrecen estos sensores supone una valiosa información para determinar si el riego durante la campaña fue adecuado o no.

Se recomienda, para analizar los datos de contenido volumétrico de agua en el suelo, seguir los siguientes pasos:

Un personal responsable de cada Comunidad de Regantes debe supervisar la recogida de datos de las medidas de los equipos instalados y también de las aplicaciones de riego diarias/semanales realizadas en la parcela durante un período de tiempo suficientemente representativo (por ejemplo, periodicidad bimensual) para su posterior análisis.

Tras el análisis de esta información, se podría conocer si se está llevando a cabo un uso óptimo de la información generada en la gestión del riego de la parcela del comunero de cada CR.

En este sentido, se debe presuponer que el personal técnico adaptará la toma de decisiones en la programación del riego a partir de las medidas que obtenga de los equipos, desechando o dando mayor valor a los sensores que él crea que peor o mejor están relacionándose con el estado hídrico y desarrollo del cultivo (se parte de la premisa de que el personal técnico siempre tiene en consideración las medidas de los sensores para la programación del riego).

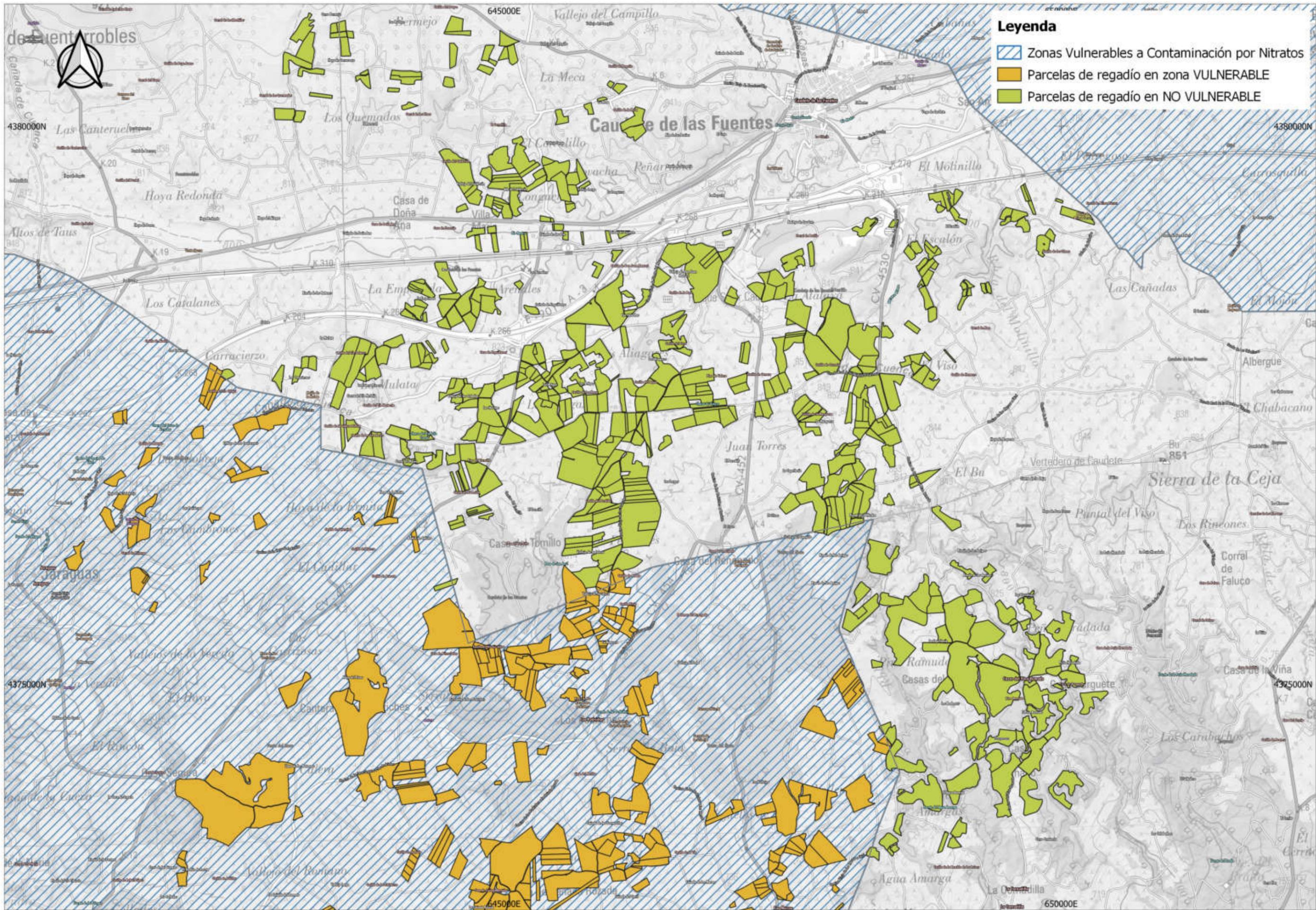
A partir de dicha información, informen de las recomendaciones de riego al agricultor para que éste decida finalmente la dosis de riego a aplicar.

Para corroborar y/o poder adoptar una decisión apropiada, la recomendación sería realizar una lectura rápida de las medidas de contenido volumétrico de agua en el suelo, y si estos valores superaran el 40% de humedad, al ser muy elevados (bajo la premisa de un suelo de textura franco-arcillosa y adecuada calibración a la solución del suelo) podría tener indicios de posible sobre-riego del cultivo. En el caso de cultivos leñosos, la medida del sensor a la máxima profundidad (70-90 cm) sería de gran utilidad para poder tomar una decisión al respecto. En el caso de que no se disponga de una calibración de las sondas, se debe relativizar el valor frente al máximo registrado. Por ejemplo, si a 25 cm el valor máximo es 50%, una lectura de 40% supondría un 0.8. Cuando el valor de esta sonda baje de 0.7 se debería regar (no obstante, los umbrales deben fijarse dependiendo del cultivo y el tipo de suelo).

Apéndice 1.- Sondas de Humedad

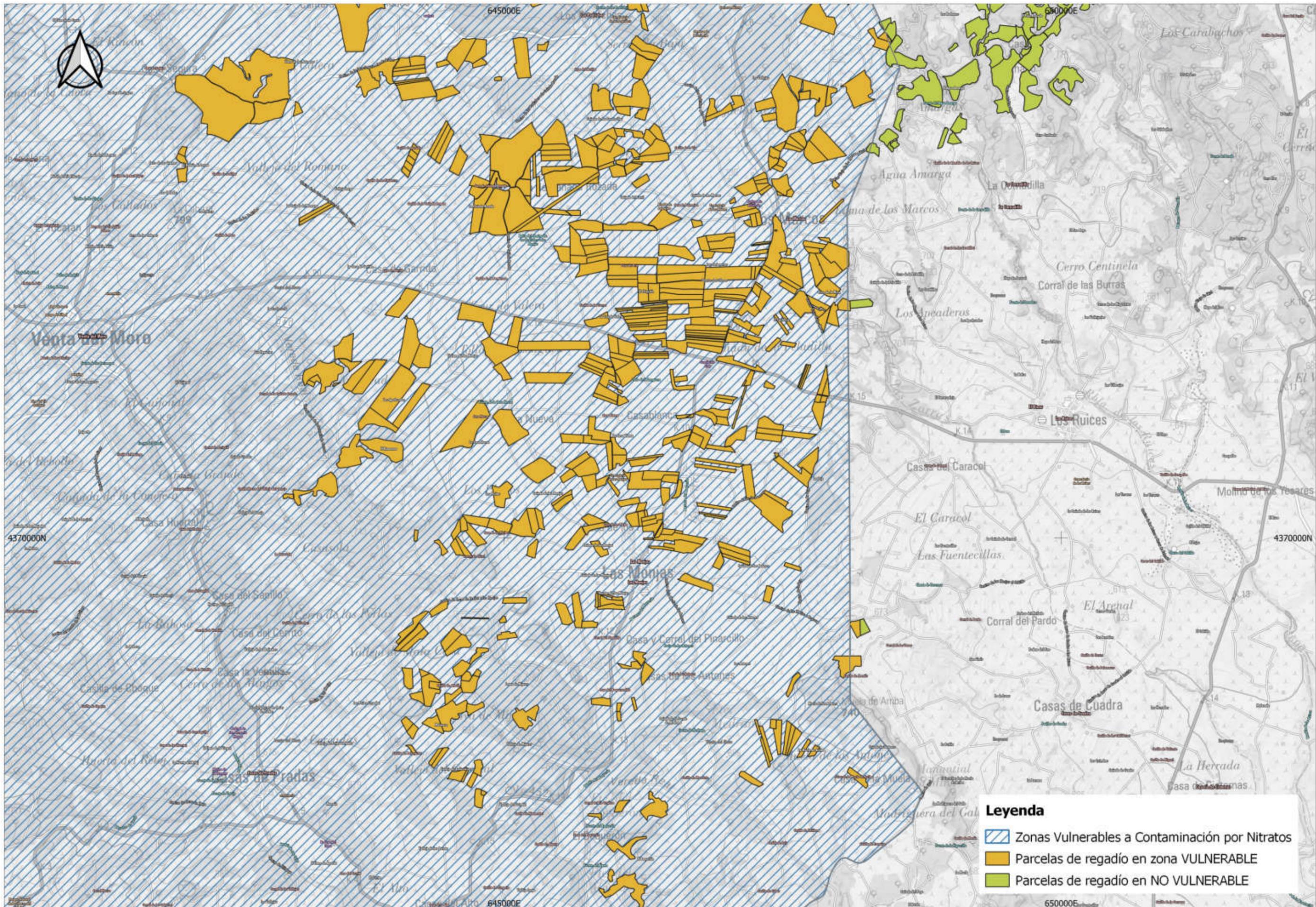
OBRAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN LOS RIEGOS DE APOYO DE LA
COMUNIDAD DE REGANTES LA FUENTE (VALENCIA)

Hay que tener en cuenta que la saturación máxima es del 50-52% en suelos de textura franco-arcillosa, y que estos valores únicamente se podrían alcanzar en niveles muy superficiales del perfil de suelo y justo después de regar o tras una lluvia copiosa.



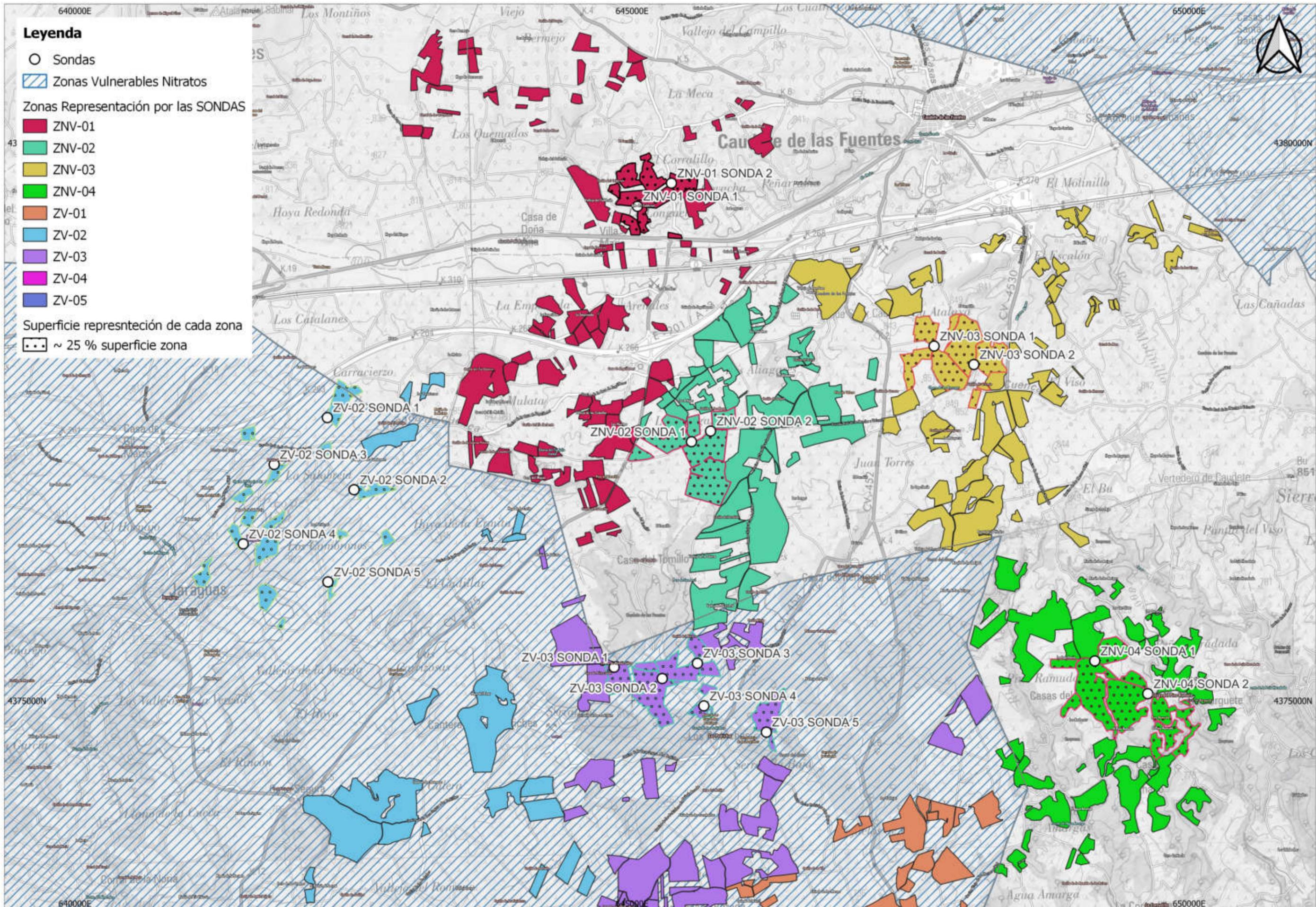
Legenda

- Zonas Vulnerables a Contaminación por Nitratos
- Parcelas de regadío en zona VULNERABLE
- Parcelas de regadío en NO VULNERABLE



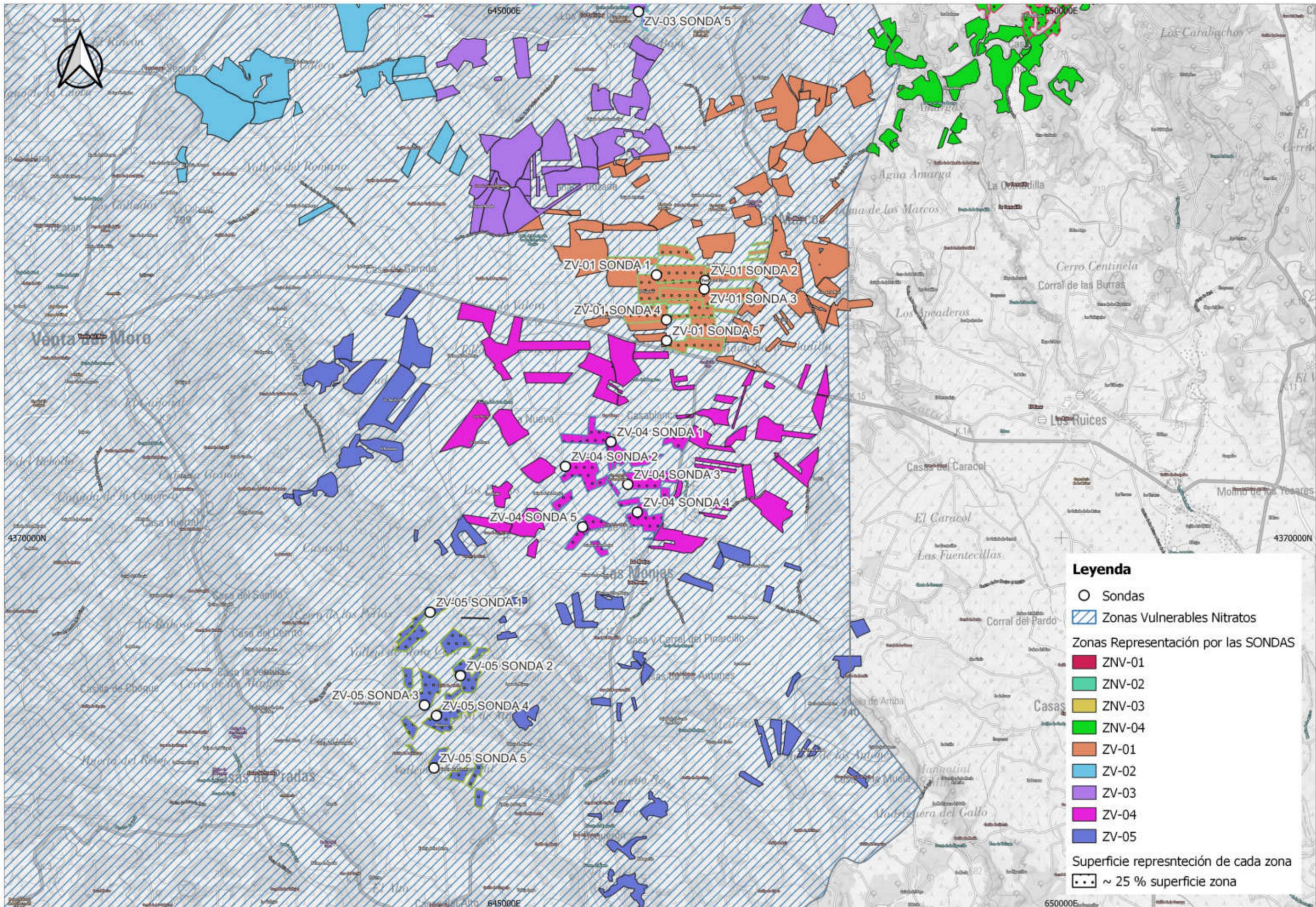
Legenda

-  Zonas Vulnerables a Contaminación por Nitratos
-  Parcelas de regadío en zona VULNERABLE
-  Parcelas de regadío en NO VULNERABLE



Leyenda

- Sondas
- ▨ Zonas Vulnerables Nitratos
- Zonas Representación por las SONDAS
- ZNV-01
- ZNV-02
- ZNV-03
- ZNV-04
- ZV-01
- ZV-02
- ZV-03
- ZV-04
- ZV-05
- Superficie representación de cada zona
- ▨ ~ 25 % superficie zona



Leyenda

- Sondas
- ▨ Zonas Vulnerables Nitratos
- Zonas Representación por las SONDAS
- ZNV-01
- ZNV-02
- ZNV-03
- ZNV-04
- ZV-01
- ZV-02
- ZV-03
- ZV-04
- ZV-05

Superficie representación de cada zona
 ▨ ~ 25 % superficie zona